

Е. А. Георгиевских, Л. В. Струкова,
Уральский федеральный университет, Екатеринбург, Россия

КЛАССИФИКАЦИЯ ФИЛЬТРУЮЩИХ ПОРИСТЫХ ПЕРЕГОРОДОК И МАТЕРИАЛОВ

Filter porous partitions used in modern devices are very diverse in their structure, but most of them consist of fibrous or granular elements. Bag (fabric) filters are used to clean industrial emissions from fine-dispersed dust in different industries. Fabric filters use two types of filter materials: ordinary fabrics made on looms, and felt. Currently, wool and cotton materials are being replaced with synthetic fabrics.

В фильтрационных сепараторах очистка воздуха (газа) от аэрозольных загрязнений (пыли, сажи, капельной влаги) происходит при прохождении загрязненного потока через слой пористого материала. В качестве фильтрующего слоя используют ткани, кокс, гравий и др. Фильтрация среды обеспечивает высокую степень осаждения взвешенных частиц с любыми размерами, вплоть до близких к молекулярным. Дисперсная примесь улавливается при огибании потоком аэрозоля препятствий, образованных на его пути структурными элементами пористого слоя.

По типу структурных элементов пористого слоя различают волокнистые, тканевые и зернистые фильтры. В волокнистых фильтрах осаждение взвешенных частиц происходит на слоях волокон, удерживаемых конструкциями в виде прямоугольных рам, колец и др.

Применяемые в современных аппаратах фильтрующие пористые перегородки по своей структуре весьма разнообразны, но в большинстве своем они состоят из волокнистых или зернистых элементов, которые условно могут быть разделены на следующие типы.

Гибкие пористые перегородки: тканевые материалы из природных, синтетических и минеральных волокон; нетканевые волокнистые материалы (войлоки, клееные и иглопробивные материалы, бумага, картон, волокнистые маты); ячеистые (губчатая резина, пенополиуретан, мембранные фильтры).

Полужесткие пористые перегородки: слои волокон, стружка, вязаные сетки, расположенные на опорных устройствах или зажатые между ними.

Жесткие пористые перегородки: пористая керамика и пластмасса, спеченные или спрессованные порошки металлов (металлокерамика), пористые стекла, углеграфитовые материалы и др.; волокнистые материалы – сформированные слои из стеклянных и металлических волокон; металлические сетки и перфорированные листы.

Зернистые слои: неподвижные, свободно насыпанные материалы; периодически или непрерывно перемещающиеся материалы.

Абсолютные фильтры предназначены для улавливания с очень высокой эффективностью (обычно выше 99 %) в основном субмикронных частиц из промышленных газов и воздуха при низкой входной концентрации (менее 1 мг/м³). Такие фильтры применяют для улавливания особо токсичных, а также для ультратонкой очистки при проведении некоторых технологических процессов или в особо чистых помещениях, где воздух служит рабочей средой.

Промышленные фильтры применяются для очистки промышленных газов в основном с высокой концентрацией дисперсной фазы (до 60 г/м³). Для периодического или непрерывного удаления накапливающейся в фильтрующей перегородке пыли, фильтры этого класса имеют устройство для регенерации, позволяющие поддерживать производительность на заданном уровне и возвращать ценные продукты в производство; фильтры этого класса нередко являются составной частью технологического оборудования.

Для очистки промышленных выбросов от мелкодисперсной пыли в различных отраслях промышленности используют именно промышленные или рукавные (тканевые) фильтры.

В тканевых фильтрах применяются тканые или валяные материалы, выполняющие роль подложки для фильтрующей среды, которой является первичный слой уловленной пыли. Ткани для фильтров изготавливают из натуральных, или синтетических волокон диаметром 10...30 мкм, скручиваемых в нити диаметром около 0,5 мм. Размеры пор между нитями обычно составляют 100...200 мкм.

Эффективность очистки воздуха (газов) в рукавных пылеуловителях в основном зависит от свойств фильтровальной ткани, из которой изготовлены рукава аппарата, а также от того, в какой мере эти свойства соответствуют свойствам очищаемой среды и взвешенных в ней частиц.

Фильтровальные ткани должны обладать рядом положительных свойств: обеспечивать эффективную очистку, допускать достаточную воздушную нагрузку, обладать необходимой пылеемкостью, способностью к регенерации, высокой долговечностью, стойкостью к истиранию и другим механическим воздействиям, низкой гигроскопичностью, невысокой стоимостью. К ткани могут быть предъявлены дополнительные требования, обусловленные свойствами очищаемой среды: стойкость к определенным химическим веществам и высокой температуре.

В тканевых фильтрах применяются фильтрующие материалы двух типов: обычные ткани, изготавливаемые на ткацких станках, и войлоки (фетры), получаемые путем свойлачивания или механического перепутывания волокон иглопробивным методом.

Фильтровальная ткань представляет собой материал с определенным видом переплетения нитей, скрученных из коротких или непрерывных волокон диаметром от 6 до 20–30 мкм.

В зависимости от состояния поверхности фильтровальные ткани бывают ворсированными и гладкими. Ворс повышает эффективность фильтрации. При движении запыленного потока воздух прижимает ворсинки к ткани. При обратной продувке происходит выпучивание ворсинок и накопившиеся пылевые частицы удаляются. Если же ворс будет направлен в противоположную сторону, то количество задержанной пыли уменьшается, поскольку происходит выпучивание ворсинок. Затруднена и регенерация, поскольку ворсинки прижимаются к нитям и препятствуют отделению пыли от ткани.

Хлопковое волокно служит основой для производства хлопчатобумажных тканей. Хлопковое волокно на 94–95 % из целлюлозы, оно гигроскопично. При нагревании до 120–130 °С заметных последствий не наблюдается, при более

высокой температуре происходит нарушение волокон. Именно поэтому хлопчатобумажные ткани, несмотря на низкую стоимость, нашли ограниченное применение для фильтровальных тканей.

Шерстяные волокна содержат 90 % каротина. В отличие от хлопка шерстяные волокна менее стойки к кислотам и кислым газам, особенно к оксидам серы. Шерстяные ткани характеризуются высокой воздухопроницаемостью, обеспечивают надежную очистку и легкость регенерации. Шерстяные волокна, несмотря на более высокую стоимость, более пригодны для изготовления фильтровальных тканей благодаря большей упругости.

В настоящее время материалы из шерсти и хлопка вытесняются синтетическими тканями.

Ткани из *нитрона* обладают высокой механической прочностью, могут применяться длительное время при температуре 120–130 °С и выдерживают кратковременное воздействие температуры до 180 °С. Они более устойчивы к кислотам, органическим растворителям, к действию микроорганизмов, моли. Ткани из *лавсана* прочны, устойчивы к истиранию и температуре так же как и нитроновые ткани, однако более устойчивы к химическим реагентам. Износ лавсановых и нитроновых тканей ускоряется при резких колебаниях температуры. *Асбестовые* волокна не очень прочные, однако не загнивают, устойчивы по отношению к растворам щелочей и кислот и, самое главное, обладают высокой термостойкостью.

Стекловолоконное – одно из наиболее перспективных, поскольку обладает высокой термостойкостью (до 300 °С), химической стойкостью, выдерживает значительные разрывные нагрузки. Фильтровальные стеклоткани обычно изготавливают из волокон диаметром 6–8 мкм. Для улучшения сопротивляемости к многократным изгибам стеклянные ткани покрывают кремнийорганическим соединением – силиконом и графитируют.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты пылеочистки: учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – Пенза: Пенз. гос. ун-т, 2005. – 210 с.
2. Ветошкин, А. Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: учеб. пособие для вузов / А. Г. Ветошкин. – М.: Абрис, 2012. – 639 с.
3. Алиев, Г. М.-А. Техника пылеулавливания и очистки промышленных газов: справочное издание / Г. М.-А. Алиев. – Москва: Металлургия, 1986. – 544 с.